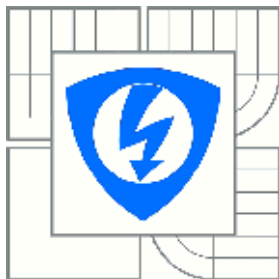




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

GENEROVÁNÍ KALIBRŮ

TEST PATTERN GENERATION

BAKALŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

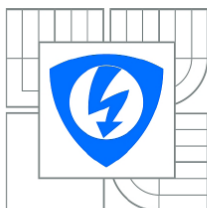
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MATĚJ PROCHÁZKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILOSLAV RICHTER, Ph.D.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Matěj Procházka
Ročník: 3

ID: 125294
Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Generování kalibrů

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nastudujte problematiku zpracování obrazu a základní vlastnosti ovlivňující kvalitu pořízených snímků. Popište základní třídy kalibrů používaných pro hodnocení kvality obrazu. Pro každou třídu kalibrů uveďte typy vhodných kalibrů, jejich vlastnosti a popište způsob jejich použití. Vypracujte metodiku pro stanovení kvality snímací trasy (optika, kamera, digitalizační cesta...) na základě využití vhodných kalibrů. Text formulujte jako učební materiál seznamující s problematikou a dávající příklady použití. Navrhněte postup pro tvorbu kalibrů pomocí sw generátoru tak aby šel kalibr zobrazit na monitoru nebo vytisknout.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Kraus K.: Photogrammetrie 1 und 2, Ummeler / Bonn, 1996
Žára J., Beneš B., Sochor J., Felkel P.: Moderní počítačová grafika, Computer Press, 1998, ISBN 80-251-0454-0
Hlaváč V., Šonka M.: Počítačové vidění, Grada, Praha 1992, ISBN 80-85424-67-3
Faugeras O.: Three-Dimensional Computer Vision, The MIT Press 1993

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 28.5.2012

Vedoucí práce: Ing. Miloslav Richter, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Porozumění významu kalibrace a návržení generátoru kalibrů. Popis jednotlivých kalibrů a jejich použití. Kalibrace frekvence pomocí frekvenčních kalibrů a pravost barvy pomocí barevných kalibrů. Stanovení rozlišovací schopnosti pomocí Foucaultových měrek nebo Siemensovy hvězdy.

Klíčová slova

Rozlišovací schopnost, odezva prostorové frekvence.

Abstract

Understanding the importance of calibration and design of generator calibers. Description of calibers and their use. Calibration frequency using frequency calibers and authenticity using color calibers. Determination of the resolving power using Siemens's and Foucault's gauges or stars.

Keywords

Resolution, Spatial frequency response.

PROCHÁZKA, M. *Generování kalibrů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 26 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Miloslav Richter, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Generování kalibrů jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Miloslav Richter, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

OBSAH

Seznam obrázků	vii
Seznam tabulek	viii
Úvod	1
1 Zpracování obrazu	2
1.1 Snímání a digitalizace obrazu	2
2 Generátor kalibrů	4
3 Druhy kalibrací a kalibry	4
3.1 Ostrost obrazu	4
3.2 Spatial Frequency Response/ Modulation Transfer Function.....	Chyba!
Záložka není definována.	
3.3 Faucaultovy univerzální měrky	8
3.4 Hvězdná mapa:	10
3.5 Zkreslení	13
3.6 Barevná tabulka	16
3.7 DCR1	17
4 Jiné využití kalibrů	20
4.1 Barevné kalibry	20
5 Závěr	21
6 LITERATURA	22
Seznam symbolů, veličin a zkratk	23

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.3.1 Bar vzor (nahore) degradovaný signál (dole).....	4
Obrázek 1.3.2 Sinus vzor - originál (nahore) degradace objektivu (dole).....	5
Obrázek 3 Frekvenční kalibr klesající.	5
Obrázek 4 Frekvenční kalibr narůstající.	6
Obrázek 5 Frekvenční kalibr vzor kruh	6
Obrázek 1.3.6 MTF s malým kontrastem (2:1), šikmá hrana	7
Obrázek 1.3.7 MTF s vysokým kontrastem (20:1), šikmá hrana	7
Obrázek 1.3.8 Faucaultovy univerzální měrky	9
Obrázek 1.3.9 Hvězdná mapa	10
Obrázek 10 Siemens Star generátor kalibrů	11
Obrázek 11 Siemensova hvězdice	12
Obrázek 1.3.12 Zkreslení žádné	14
Obrázek 1.3.13 Zkreslení Sud.....	14
Obrázek 1.3.14 Zkreslení jehelníček	14
Obrázek 1.3.15 Zobrazení zkreslení	15
Obrázek 1.3.16 TV zkreslení	15
Obrázek 3.17 Barevný kalibr	16
Obrázek 3.18 Pořízeny snímek barevného kalibru	17
Obrázek 1.3.19 Kalibr DCR1 označení obrazců.....	19
Obrázek 1.3.20 Kalibr DCR1	19
Obrázek 1.4.1 QPcard 201	20

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Konstanty pro různé typy hvězd.....	12
---	----

ÚVOD

Hlavním úkolem této bakalářské práce je rozbor kalibrů a jejich použití ve světě. Kalibrační vzorek, nebo tabulka se využívá k měření kvality dané optiky. Existují různé druhy měření kvality snímků, které jsou dále popisovány. Důraz je kladen převážně na druhy kalibrů a jejich použití.

Před samotným pořízením snímku daného kalibru je nutné mít adekvátní osvětlení a ujistit se zda kalibr je v dostatečné vzdálenosti a jestli není zahlený (nakloněný pod úhlem na jednu stranu).

Jako další náplň mé práce bylo vykreslení daných kalibrů pomocí softwarového generátoru kalibrů.

Práce dále obsahuje jiné využití kalibrů. Využití barevných tabulek k dosažení skutečných barev při exponování, které jsou vlivem optiky, filtrů, hluku atd. degradovány.

1 ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Samotné zpracování obrazu reálného světa můžeme rozdělit na několik částí, či kroků. Nikde není uvedeno, že se tento postup se musí striktně dodržet. Záleží na daném problému a aplikaci, zda budou všechny kroky provedeny.

Základní kroky zpracování obrazu:

- Snímání a digitalizace obrazu
- Předzpracování
- Segmentace obrazu
- Popis objektů
- Klasifikace

1.1 Snímání a digitalizace obrazu

Pro další manipulaci s obrazem je nutné ho nejen snímat, ale také převést do digitalizovaného vhodného tvaru.

Snímání

Definice tohoto kroku se dá vyjádřit jako převod optické veličiny na elektrický signál, který je spojitý v čase. Na pořízený snímek má samozřejmě vliv mnoho negativních vlastností. V našem problému budeme brát jako vstupní signál jasovou složku.

Digitalizace

Digitalizací se rozumí převod spojitého analogového signálu na signál digitální. Digitální obraz je získán pomocí vzorkování do matice $M \times N$ bodů a kvantováním do K úrovní. Vzorkování je dáno obecně známou Shanonovou větou, ze které plyne, že nejmenší detail v obraze musí být minimálně dvojnásobkem vzorkovacího intervalu.

Popis barev v obraze

Barva obrazu je velice důležitým nosičem informace. Pro určení přesného odstínu barvy, jsou vytvořeny barevné modely.

Model RGB

Sloučením tři blízko umístěných bodů o barevných složkách Red, Green, Blue vzniká barevný viditelný bod (pixel). Tento barevný model je aditivní. To znamená, že pro hodnoty R, G, B 0, 0, 0 je výsledná barva černá a se zvyšováním hodnoty se "přidávají" barvy až po maximum a to je 1,1,1 kdy je výsledná barva bílá. Pokud se hodnotově složky rovnají, jedná se o odstín šedi.

Model CMY

Na rozdíl od RGB modelu se jedná o model subtraktivní. Barvy se zde odečítají od bílé. Tedy čím se hodnota složky zvětšuje, tím se více přibližuje barvě černé. CMY (Cyan, Magenta, Yellow – azurová, purpurová, žlutá). [2]

Takovýchto barevných modelů je více, liší se převážně vyobrazením barvy.

Předzpracování obrazu

Pro fázi předzpracování je nutné mít digitální vyobrazení pozorovací scény. Digitalizace nám ovšem nezaručí správnost a dokonalé pořízení snímku (bez zkreslení a jiných nepříznivých aspektů). Pokud je známa podstata zkreslení, je možné tuto chybu opravit pomocí různých metod a korekcí. [1]

Základní rozdělení metod předzpracování obrazu:

- Jasové transformace
- Geometrické transformace
- Filtrace a ostření

Segmentace

Jedná se o nejtěžší krok zpracování obrazu. Provádí se zde analýza obrazu, při které dochází k objevení hledaných objektů v obrazu. Za hledané objekty se považujeme části obrazu, které jsou bodem našeho zájmu.

Jsou dva druhy segmentací:

- kompletní
- částečná

Obraz, který nazveme jako kompletní segmentace je takový obraz, kde výsledkem je soubor oblastí, který přesně odpovídají objektům našeho zájmu. Částečná segmentace je taková, že výsledný obraz je souhrn objektu, které nepřesně odpovídají hledaným objektům.

Popis obrazu

Předposlední krok je popis obrazu. Existují dva základní způsoby popisování obrazu. První je založen na kvantitativním přístupu. Tento způsob se provádí pomocí souboru číselných charakteristik, jedná se například o velikosti objektů. Druhý postup je kvalitativní, při kterém jsou popisovány tvarové vlastnosti.

Kvalifikace

Konečný krok je kvalifikace obrazu, kde dochází k rozpoznávání obrazu. Jedná se o zařazení nalezených objektů do známých tříd.

Kvalifikace má dvě metody rozpoznávání:

- Příznakové
- Strukturální

Příznakové rozpoznávání je metoda, kde principem této metody je použití příznaků, což je skupina číselných charakteristik objektů. Strukturální rozpoznávání využívá kvalitativního popisu objektů

2 GENERÁTOR KALIBRŮ

Ze začátku je nutné říct, že tělo sw. generátoru mi bylo dáno a mou prací bylo přidávání do předem vytvořeného těla moduly pro vykreslování různých druhů kalibrů. Softwarový generátor kalibrů je generátor, který pomocí softwaru vykresluje dané kalibry. Navržený generátor pro mou bakalářskou práci je psán v C++ s využitím známé knihovny OpenCV. Stěžejní funkcí generátoru je funkce ARGBpixel, která přijímá pozici pixelu v obraze a vrací jeho barevnou hodnotu, ukončí se až po načtení všech pixelů v obraze.

3 DRUHY KALIBRACÍ A KALIBRY

Máme různé druhy kalibrací - jasové, bodové, frekvenční, barevné atd. Samozřejmě na každý druh kalibrace potřebujeme jiný kalibr. Tato kapitola obsahuje různé druhy kalibrů a metody jak s nimi pracovat.

3.1 Ostrost obrazu

Relativní rozdíl v dané prostorové frekvenci (výstupní kontrast/vstupní kontrast), se nazývá Modulation Transfer Function (MTF), neboli odezva prostorové frekvence (SFR). Toto je klíčem k měření ostrosti.

Ostrost je pravděpodobně nejvýznamnější fotografický faktor, jelikož určuje množství detailů zobrazovacího systému. Ostrost je definovaná hranice mezi zónami různých tónů a barev.



Obrázek 1.3.1 Bar vzor (nahore) degradovaný signál (dole)

Horní část obrazu je ostrá, jak je vidět, okraje jsou zaostřené a přesné. Spodní část je velmi degradována, jakmile projde objektivem. K degradaci dochází pokaždé při pořízení snímku. Stupně degradace jsou různé - od velkých objektivů po ty nejmenší.

Jeden ze způsobů, jak změřit ostrost, je použít vzestupu vzdálenosti okraje. Vzdálenost (v pixelech/ milimetrech) pixelů na úrovni 10% přiblížení lze přejít na 90% své konečné hodnoty. To se nazývá 10-90% nárůst vzdálenosti.

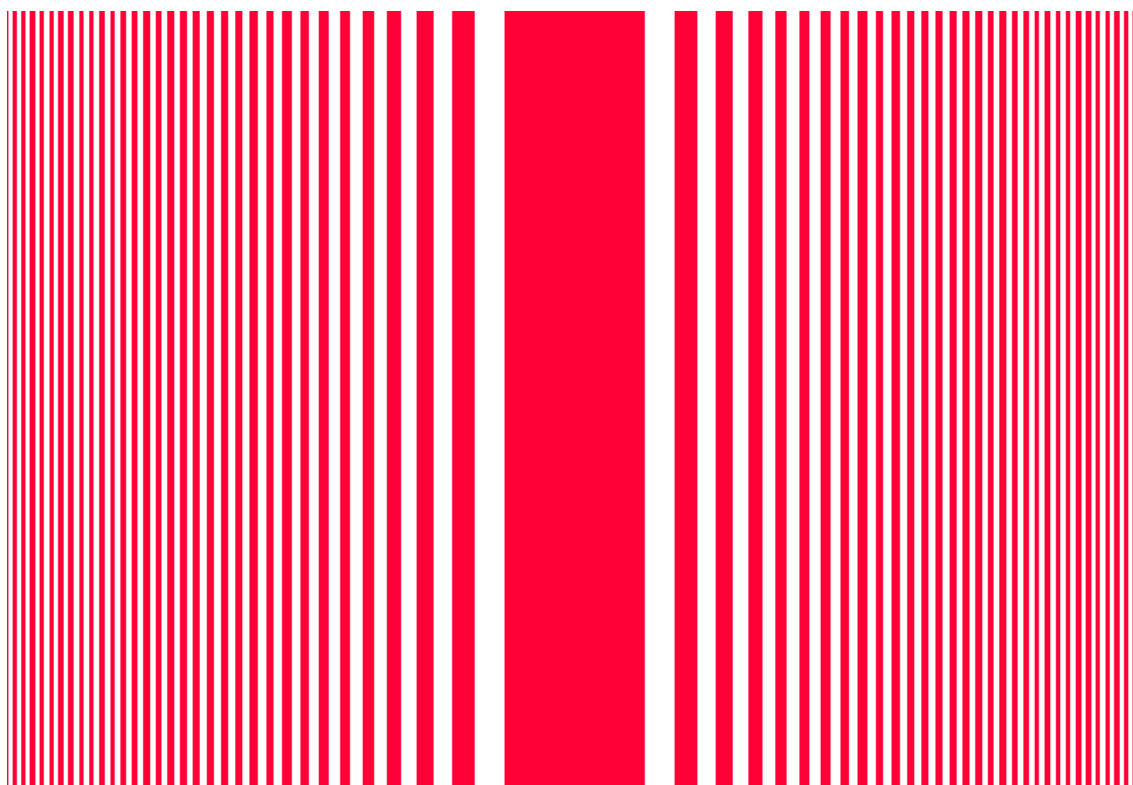
Následující obrázek je Sinusová vlna – vzor čistého tónu. Horní část je původní vzorek sinus. Dolní část ilustruje degradaci čoček, která snižuje kontrast vzorku na

vysokou prostorovou frekvenci.

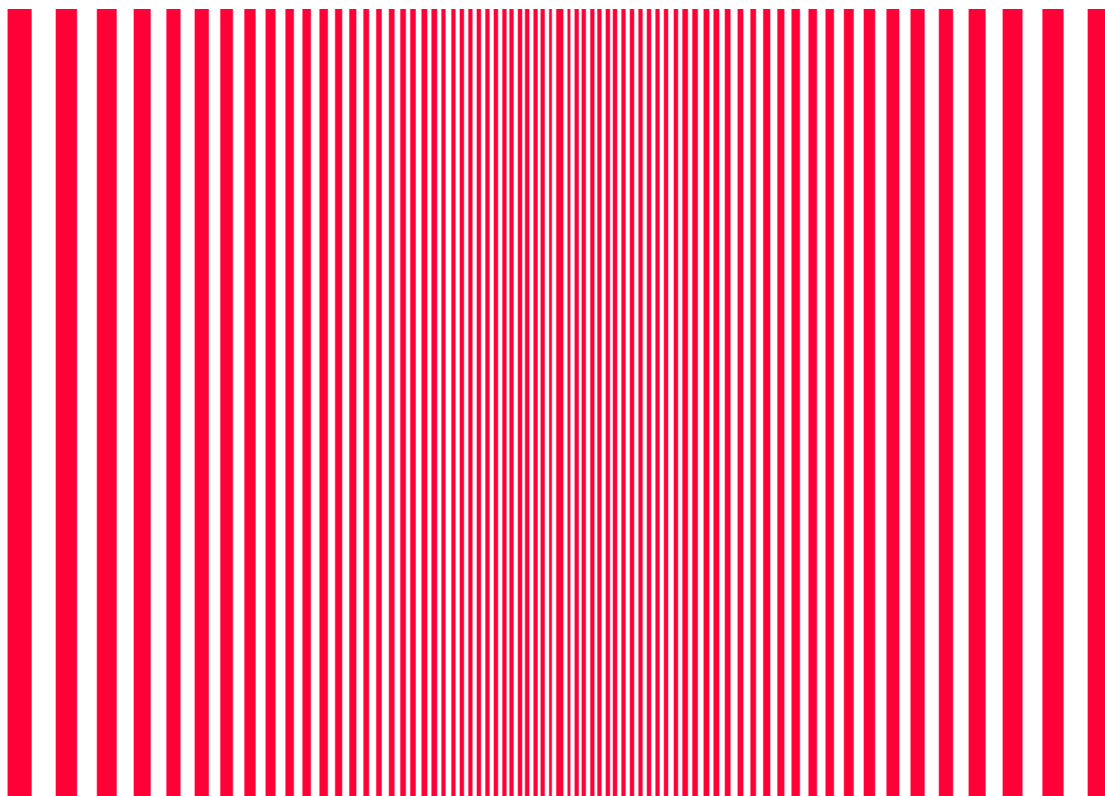


Obrázek 1.3.2 Sinus vzor - originál (nahore) degradace objektivu (dole)

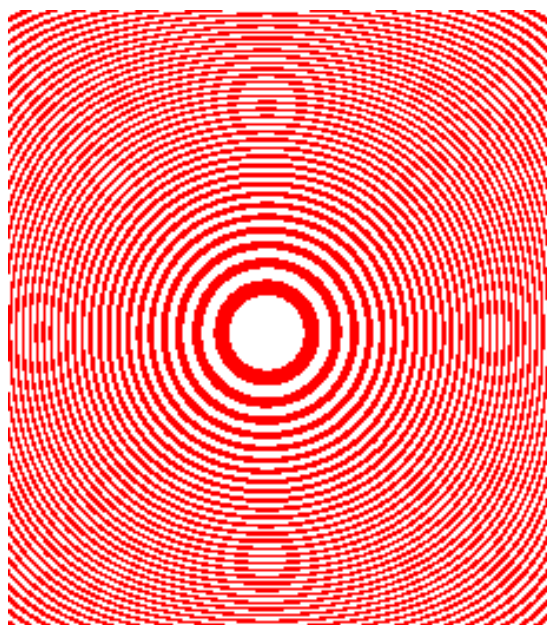
Frekvenční kalibry navržené pomocí generátoru kalibrů:



Obrázek 3 Frekvenční kalibr klesající.



Obrázek 4 Frekvenční kalibr narůstající.



Obrázek 5 Frekvenční kalibr vzor kruh

3.2 Odezva prostorové frekvence

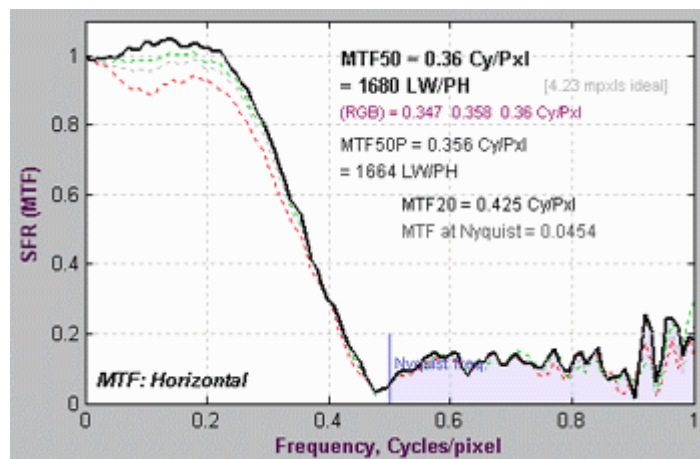
Měření MTF:

Nakloněná hrana

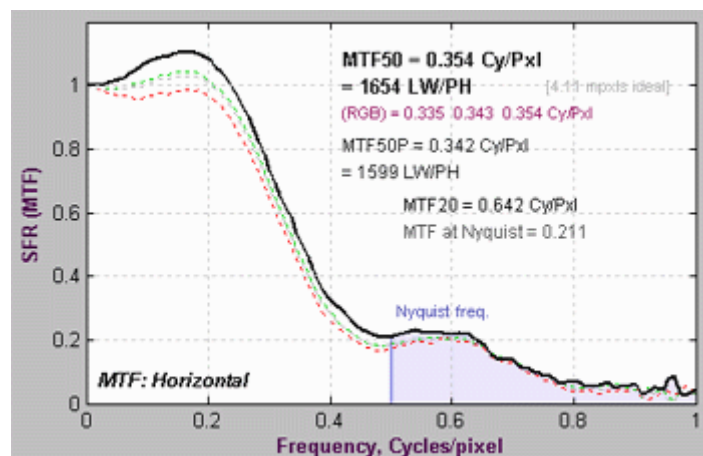
Výhody: Efektivní využití prostoru umožňuje vytvořit podrobnou mapu odpovědi MTF. Relativní odolnost vůči šumu.

Nevýhody: Pokud je nastaven vysoký kontrast např. (10:1) hrany, může dojít k optimistické verzi výsledků.

Citlivost: Silná citlivost na zaostření vysokým kontrastem (10:1) hrany, méně citlivé k nízkému nastavení kontrastu (2:1)



Obrázek 1.3.6 MTF s malým kontrastem (2:1), šikmá hrana



Obrázek 1.3.7 MTF s vysokým kontrastem (20:1), šikmá hrana

3.3 Faucaultovy univerzální měrky

Faucaultovy univerzální měrky obsahují čárový testovací obrazec s rastry ve čtyřech směrech. Číselný údaj N značí úhel v úhlových vteřinách, pod kterým je vidět jedna rozteč rastru (černá plus bílá čára) ze vzdálenosti 10 metrů.

Tyto měrky jsou určeny pro kontrolu rozlišovací schopnosti zobrazovacích systémů.

Obrazec obsahuje dvacet pět skupin čárových rastrů označených čísly 4 až 28. Každá skupina je rozdělena do čtyř segmentů. V každé skupině jsou čárové rastry shodné tloušťky (frekvence) ve čtyřech základních směrech, pod úhly 0, 45, 90 a 135 stupňů.

Fotografie a optika:

Pro určení rozlišovací schopnosti RP (páry čar / mm) při zobrazení s měřítkem zmenšení V lze použít vztah

$$RP = V/r = 20.626 \cdot V/N \text{ (páry čar / mm)}$$

kde r je rozteč rastru (šířka černé + bílé čáry) u poslední rozlišitelné skupiny rastrů označené číslem N .

Televize a video:

Zarámujte rozlišovací obrazec na výšku obrazu v hledáčku. Rozlišovací schopnost RP zjistíme dělením podle vztahu:

$$RP = 6188/N \text{ (čar na výšku obrazu)}$$

při zarámování obrazce na šířku obrazu v hledáčku (horní řádek rastrů nebude zobrazen) platí vztah:

$$RP = 4641/N \text{ (čar na výšku obrazu)}$$

kde N je číselné označení poslední rozlišitelné skupiny rastrů.

Při zarámování na výšku obrazu nám obrazec poskytuje RP od 220 do 1550 lph, při zarámování na šířku obrazu RP od 166 do 516 lph.

Výpočet rozlišovací schopnosti pro Faucaultovy univerzální měrky.

Jako poslední rozpoznanou skupinu rastrů považujeme číslo 13. Samotný výpočet by vypadal takto:

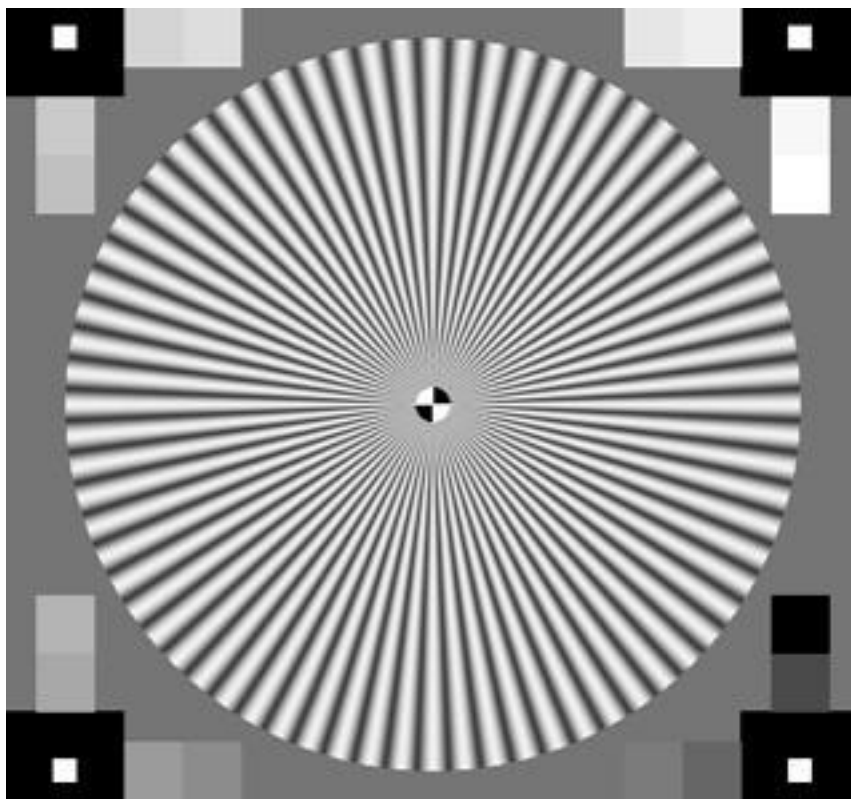
$$RP = 20.626 \cdot V/N$$

$$N = 13 \quad V = 100$$

$$RP = 20.626 \cdot 100/13 = 2062.6/13 = 158.6 \text{ lph}$$

3.4 Hvězdná mapa:

Tento graf je také znám jako *Siemens star graf*. Siemensovy hvězdice jsou čárové obrazce s hvězdicovým rastrem černých a bílých kruhových segmentů. Standardní tiskovou velikost jsou 24 x 18 cm (na papír A4). Analyzuje sinusoidy modulované (s 18, 24, 36, 48, 72, 144 páry segmentů), navrženo pro revidované ISO 12233 standard.



Obrázek 1.3.9 Hvězdná mapa

Tyto hvězdice jsou určeny pro zaostřování ve fotografii, optice, TV a videu. Kontrolou rozlišovací schopnosti zobrazovacích systémů.

Jak s daným kalibrem pracovat? Rozlišovací schopnost RP stanovíme změřením průměru d (mm) hvězdice, kde již mizí segmentová struktura.

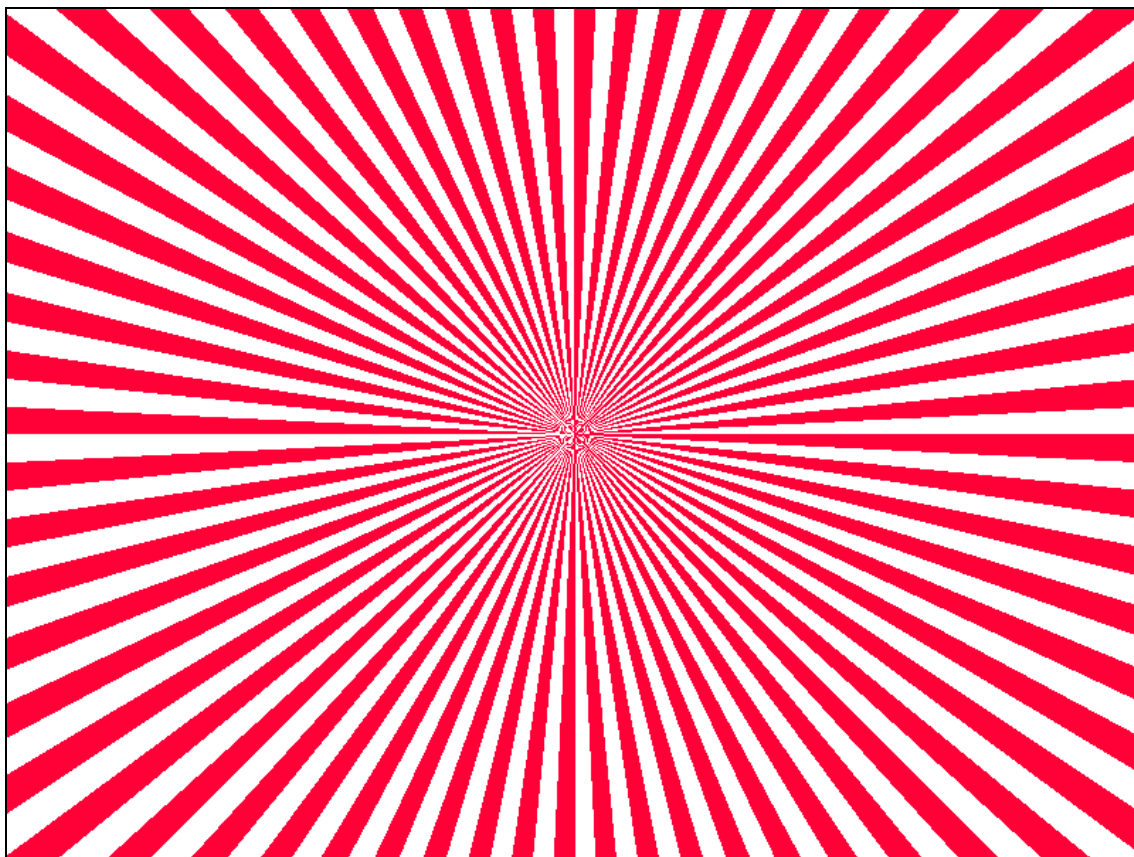
K výpočtu užíváme vztah:

$$RP \text{ v čarách na milimetr} = \text{počet párů segmentů} / (\pi \cdot d)$$

RP v bodech na milimetr = počet párů segmentů/ $(\pi \cdot d/2)$

RP v bodech na palec = počet párů segmentů/ $(\pi \cdot d/50.8)$

Pomocí generátoru kalibrů jsem navrhnul vykreslení Siemensovy hvězdice s takovýmto výsledkem.



Obrázek 10 Siemens Star generátor kalibrů

Pro různé typy hvězdic tak vychází:

RP	18 párů segmentace	24 párů segmentace	36 párů segmentace	48 párů segmentace	72 párů segmentace	144 párů segmentace
Čára/mm	5.73/d	7.64/d	11.5/d	15.3/d	22.9/d	45.8/d
Body/mm	11.5/d	15.3/d	22.9/d	30.6/d	45.8/d	91.7/d
Body/na palec	291/d	388/d	532/d	776/d	1164/d	2329/d

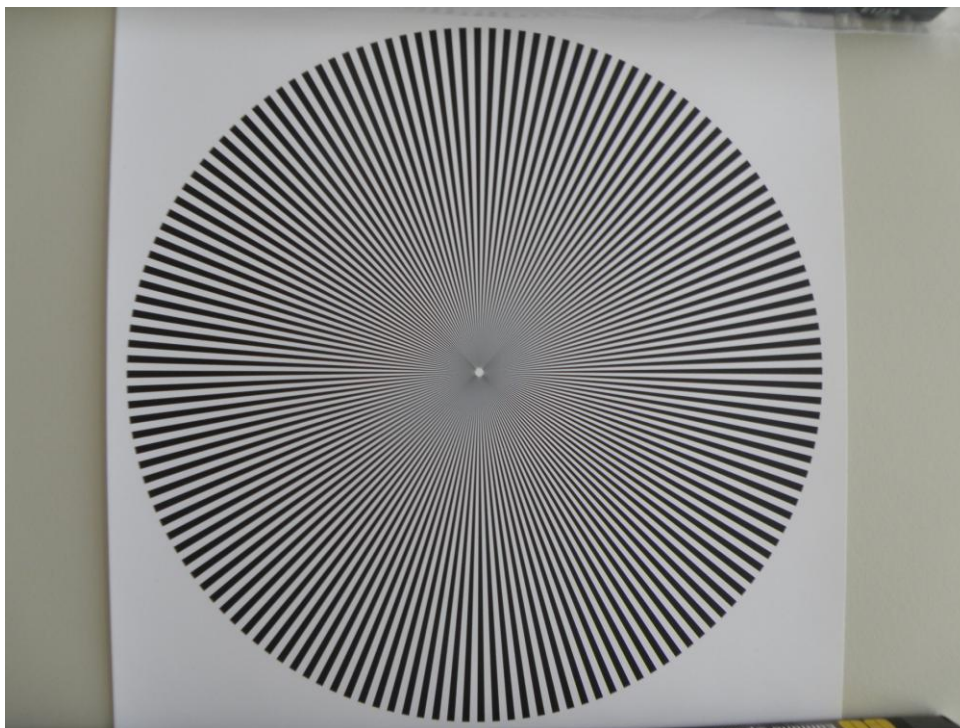
Tabulka 1 Konstanty pro různé typy hvězdic

Televize a video: Hvězdici zarámujeme na výšku obrazu v hledáčku. Pro určení maximálního rozlišení změříme celkový průměr hvězdice na monitoru $h(\text{mm})$ a průměr $d(\text{mm})$, kde již mizí segmentová struktura.

K měření doporučuji používat hvězdici se 48 páry segmentů. K výpočtu potom použijeme vztah:

$$\text{RP} = 30.6 \cdot h / d \text{ (čar na výšku obrazu)}$$

Mizení segmentové struktury je závislé na směru měření - rozlišovací schopnost TV soustav není ve vodorovném a svislém směru shodná.



Obrázek 11 Siemensova hvězdice

Návod:

Opět kalibr umístíme pod osvětlení, tak aby na kalibru nebyly stíny ani žádné nečistoty. Pokud máme kalibr takto připravený umístíme před něj fotoaparát ve stativu tak aby byl kolmo ke kalibru. Vzdálenost volte tak, aby kalibr byl dobře viditelný ale zase aby nebyl příliš přiblížený. Na pořizovací scéně musí být kalibr celý, tak jak je to na obrázku 10. Pro pořízení snímku nastavte samospoušť a pořídte snímek.

Na obrázku 10 vidíte Siemens star se 72 páry segmentů. Pro určení rozlišovací schopnosti použijeme tabulku 1, kde vidíme, že pro Siemens star se 72 páry segmentů použijeme rovnici.

$$RP=45.8 \cdot h / d$$

kde h se určí jako celkový průměr hvězdice na monitoru v mm a d se určí jako průměr hvězdice, kde začíná mizet struktura tohoto kalibru. Pro tento konkrétní případ se $h = 80$ mm a $d = 25$ mm. Dosadíme do naší rovnice a vypočteme.

$$RP=45.8 \cdot 80 / 25 = 146.56 \text{ lph.}$$

3.5 Zkreslení

U zkreslených modelů předpokládáme, že zkreslení je okolo centrálního místa, kde je nezkreslený obraz a dál se vzdálenosti od středu dochází ke zkreslení. Tyto vzdálenosti se vyjadřují parametry r_u a r_d v souvislosti s rovnicemi ve tvaru $R_u = f(R_d)$, kde f je jedním z několika funkcí.

V nejjednodušším zkreslení (třetího řádu) je model rovnice,

$$R_u = r_d + K_{1d} r_d^3$$

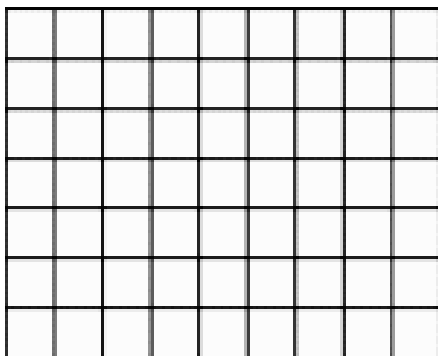
rovnice 1 zkreslení třetího řádu

Protože tato rovnice třetího řádu není vhodná pro všechny druhy objektivů, tak se zkreslení také počítá pro koeficienty pátého pořadí rovnice.

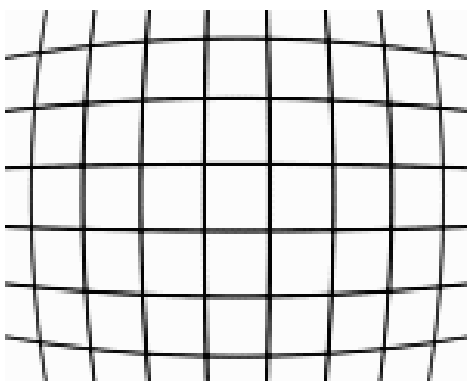
$$r_{ud} = r + h_1 r_d^3 + h_2 r_d^5$$

rovnice 2 zkreslení pátého řádu

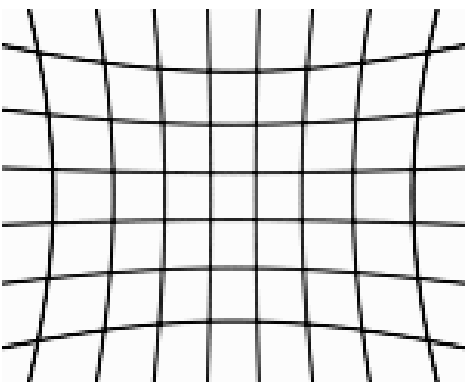
Zkreslení má dvě formy, *barel* ($k_1 > 0$) nebo *jehelníček* ($k_1 < 0$), jak je uvedeno níže.



Obrázek 1.3.12 Zkreslení žádné



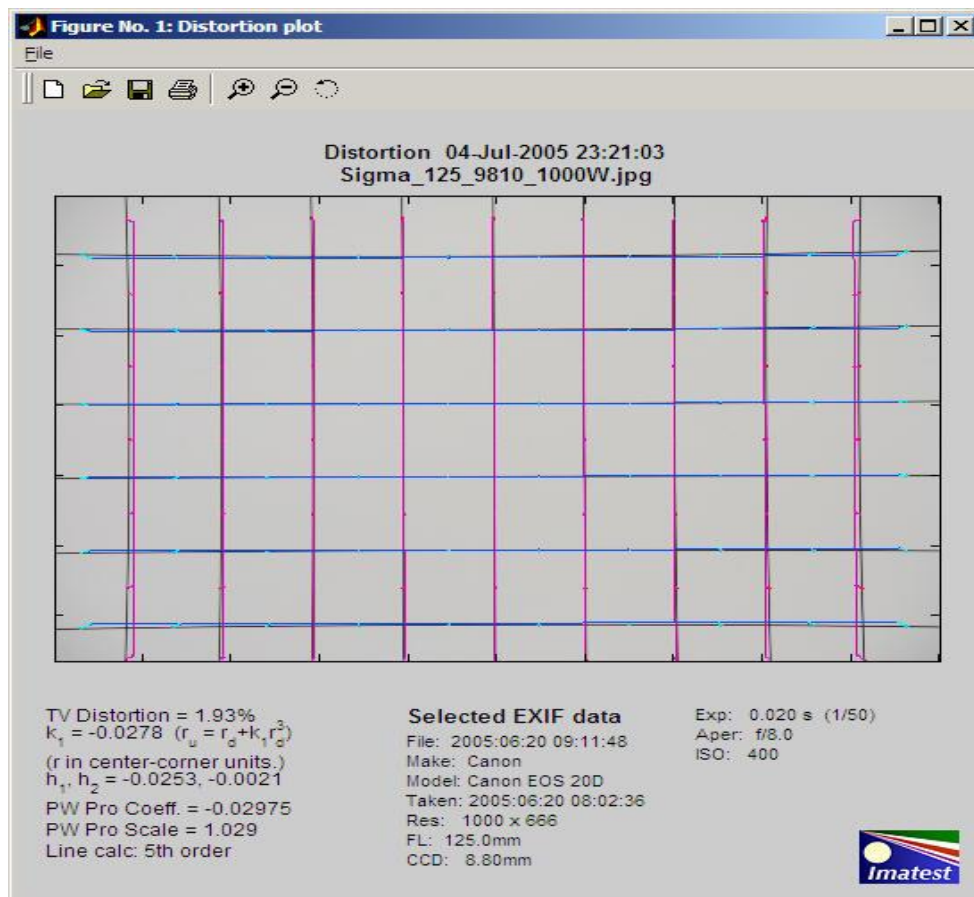
Obrázek 1.3.13 Zkreslení Sud



Obrázek 1.3.14 Zkreslení jehelníček

Zkreslení bývá nejzávažnější při extrémních úhlech, teleobjektiv a zoom objektivů. To je nejvíce problematické ve fotografování architektury a fotogrammetrie (fotografie použité pro měření (metrologie)).

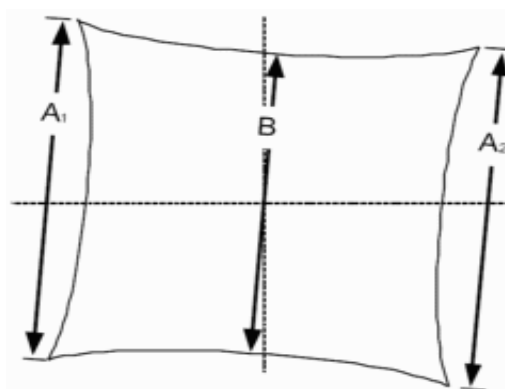
Pro měření zkreslení, budete potřebovat obdélníkového nebo (nejlépe) čtvercového síťového vzoru, který můžete vytvořit pomocí různých generátorů kalibrů



Obrázek 1.3.15 Zobrazení zkreslení

Na obrázku je vidět mírné poduškové zkreslení a soudkovité zkreslení v nejširším úhlu nastavení.

TV zkreslení specifikace s odvoláním na obrázek.1.3.15



Obrázek 1.3.16 TV zkreslení

Koeficient K1 z třetího řádu rovnice. odkaz na rovnici 1

$$R_u = r_d + K_{1d}^3 r$$

Koeficienty h_1 a h_2 z pátého řádu rovnice odkaz na rovnici 2

$$r_{ud} = r + h_1 r_d^3 + h_2 r_d^5$$

3.6 Barevná tabulka

Základem tohoto kalibru je porovnávat ideální a exponovanou hodnotou pro danou barvu.



Obrázek 3.17 Barevný kalibr

Tabulka obsahuje:

Dvacet čtyři definovaných barevných a šedých ploch velikosti 50x50 mm s matným povrchem. Barvy jsou vybrány tak, aby reprezentovaly jednak nejdůležitější odstíny pro vizuální posuzování barevné věrnosti (pleťové barvy, listová a modř oblohy), dále aby obsahovaly základní aditivní a subtraktivní barvy (červená, zelená, modrá, azurová, purpurová, žlutá), a také aby pokrývaly celý barevný prostor (mátová zeleň, rubínová červen, tyrkysová modř, oranžová a fialová) s důrazem na obtížněji reprodukovatelné barvy (světle hnědá, citronová zeleň, teplá žlutá, lilia).

Šedé barvy pokrývají kompletní rozsah jasů, od jasné bílé (85% odraznost) až po samet (cca 0.7% odraznost). Kontrast šedé stupnice je vyšší než 1:100, krok odraznosti mezi prvními pěti stupni odpovídá 1 cloně ($\Delta D=0.3$).

Tato tabulka je určena pro:

- **Ověřování barevné věrnosti zobrazení ve fotografii**
- **Stanovení filtrace a expozice při fotografickém kopírování zvětšování**
- **Ověřování barevné věrnosti v televizi (vliv různých kamer a záznamových nosičů) a při tisku (vliv typu papíru a barev při tisku)**

Návod:

Tabulku opět umístěte na vodorovnou plochu nejlépe stěnu a při pořízení prvního snímku použijte umělé světlo, pak proveďte druhý snímek, ale s jiným zdrojem světla. Snímky poté vytiskněte na barevný film a porovnáváním snímků vyhodnoťte vliv změny světla na barevnou tabulku.



Obrázek 3.18 Pořízený snímek barevného kalibru

Pokud by došlo k optimálnímu pořízení barev, tak se nám budou barvy překrývat. V tomto pořízení je vidět, že se barvy v centrálním čtverci liší. Dole vidíme šedé skvrny, které byly vybrány jako extrémní.

3.7 DCR1

Odrážná tabulka DCR1 je měřicí pomůcka pro stanovení kvality kresby a rozlišovacích možností digitálních fotografických přístrojů. Tabulka je navržena pro fotopřístroje do 6.5M pixelů. Při testování fotopřístrojů s vyšším rozlišením je nutné odstoupit na dvojnásobnou vzdálenost, než bude dále doporučováno (šipka M potom zabírá jen 10% aktivních řádek) Všechny hodnoty na tabulce současně násobte dvěma.

Tabulka je vyrobena na matném papíru, s kontrastem 1:50 (foto) při nasvícení pod úhlem 45°. Pro kompletní analytické otestování doporučuji vytvořit testovací snímek tabulky DCR1, doplněné šedou tabulkou 18GC, barevnou tabulkou BST4D a

šedým klínem OW20.

Tato tabulka je určena pro:

- **detailní posuzování kresby digitálních fotografických přístrojů,**
- **stanovení limitního rozlišení fotografických přístrojů,**
- **měření závislosti modulace na prostorové frekvenci,**
- **zjištění míry aliasingu.**

Tabulka obsahuje značku velikosti obrazu je to svislá šipka označená "M", v levé straně obrazce s textem "20% of image high", dále také obsahuje Siemensovu hvězdičku "S" pro zaostření a sedm měrných obrazců níže označené "A" až "G" pro jednotlivá proměřování fotopřístroje.

Popis jednotlivých částí kalibru.

Obrazce A jsou určeny pro odečítání vizuálního mezního rozlišení, kde na obraze (monitoru či tisku) mizí jemná struktura čar. Obrazce A jsou na tabulce tři. Na těchto obrazcích je také viditelná (a měřitelná) barevná aberace- fialové kraje na bílých čarách.

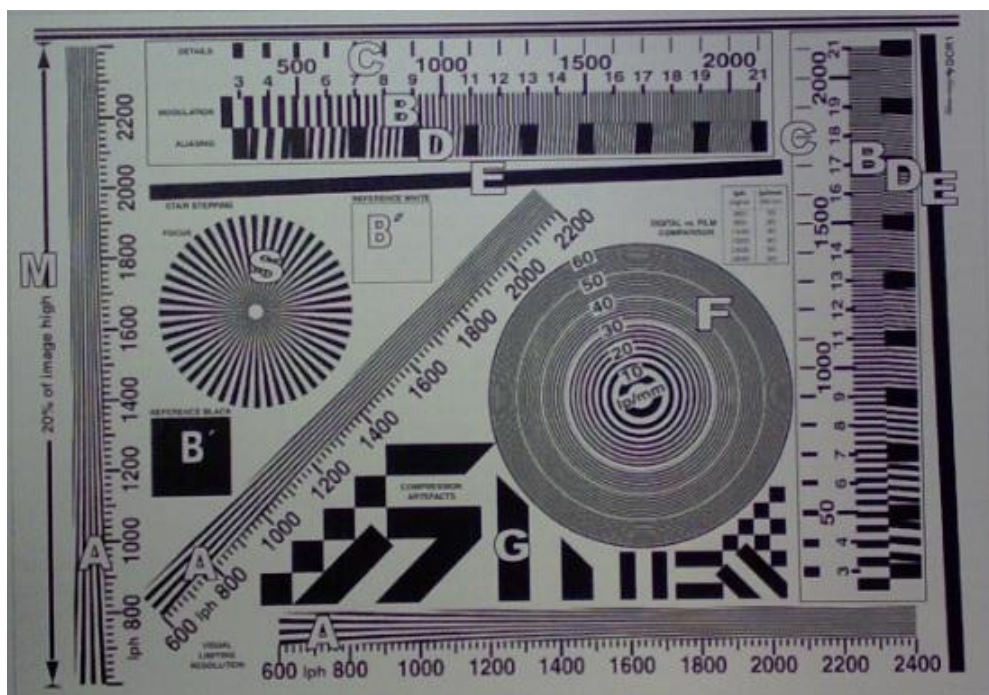
Míra moaré způsobeného aliasingem u nízkých frekvencí (tzv. Aliasing ration v oblasti, kde má fotopřístroj ještě kresbu) se stanovuje na mírně nakloněných čarách D.[1] Černé obdélníky oddělují oblasti konstantních frekvencí.

Na mírně nakloněných čarách E se sleduje míra zubovitosti hrany. Stupínky jsou způsobené jednak vlastní digitalizací, jednak aliasingem.

Objekty C jsou pro kresbu detailů. Porovnává se digitální úroveň na rastru "B" a "C". Odpovídající frekvence jsou vždy nad sebou.

Zonální obrazec F umožňuje posoudit rozlišení i parazitní jevy ve všech směrech obrazu. Obrazec je cejchován jako pro filmové fotopřístroje, v ekvivalentních párech čar na milimetr kinofilmového přístroje, snadno tak umožní přesné srovnání digitálních a filmových fotopřístrojů.

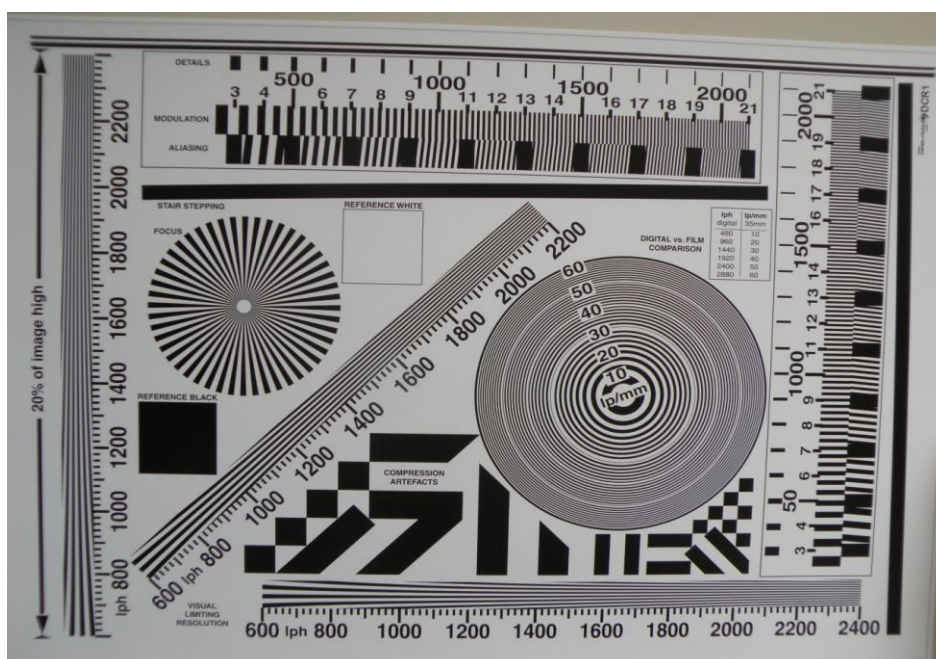
K degradaci obrazu dochází i při jpeg kompresi, každý fotopřístroj komprimuje podle jiného algoritmu. Obrazec G je testem míry degradace obrazu. Lemy u ostrých hran a další artefakty jsou při nízkých frekvencích dobře viditelné.



Obrázek 1.3.19 Kalibr DCR1 označení obrazců

Návod:

Tabulku upevníte na svislou stěnu a rovnoměrně nasvítíte. Fotopřístroj umístíte do takové vzdálenosti, aby rozměrová šipka "M" byla vysoká přesně 1/5 výšky obrazu. Srovnáte tabulku a fotopřístroj do vodováhy. Provedete zaostření podle Siemensovy hvězdičky. Nastavíte automatické vyvážení bílé. Hodnoty u obrazců "A" až "D" jsou uváděny v lph tedy v počtu obrazových bodů na výšku obrazu a pořídíte snímek.



Obrázek 1.3.20 Kalibr DCR1

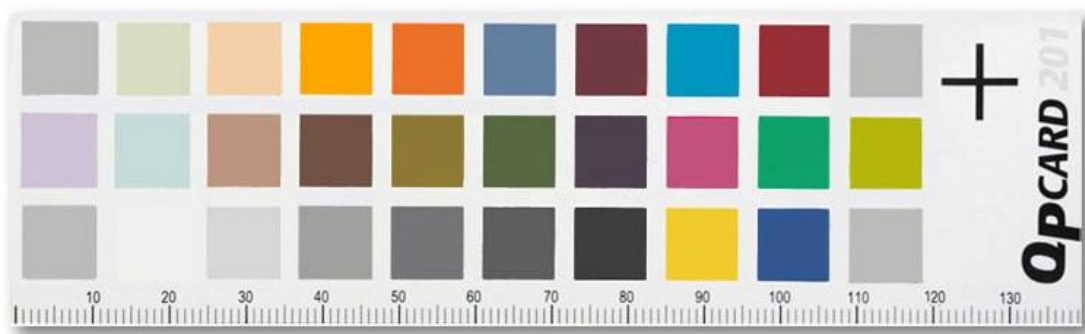
4 JINÉ VYUŽITÍ KALIBRŮ

Existují různé druhy programů, které využívají kalibry např. pro získání skutečných barev v pořízeném snímku.

4.1 Barevné kalibry

Jiné užití barevných kalibrů. Pomocí tabulky barevných kalibrů nemusíme jen určovat jak dobře snímá daná optika tóny barev, ale také se dá použít pro kalibrování pořízeného snímku pro získání skutečných barev. Tento nápad má firma QPcard, která pomocí programu a pořízených snímků kalibrů dokáže nastavit RGB složky tak aby věrnost barev na pořízeném snímku byla co nejpravdivější.

Barevné vlastnosti reprodukce digitálního fotoaparátu nejsou skoro nikdy perfektní. Vyvážení bíle, charakteristické rysy filtru a softwarového chování, všechno ovlivňuje barevný výklad digitálního fotoaparátu.



Obrázek 1.4.1 QPcard 201

Pro správné vyhodnocení barev musí umístění QPcard kalibru splňovat různé podmínky pro umístění:

- Kalibr musí být natočený čelem (tam kde jsou barevné vzorky) k tělu fotoaparátu na téměř 90° k optické ose. [3]
- Osvětlení kalibru by mělo být co nejlepší (beze stínů).
- Zaostření by mělo být co nejlepší.
- Kalibr by neměl být příliš malý na pořízeném snímku.
- Kalibr musí být bez nečistot a poškození.

5 ZÁVĚR

Úkolem bakalářské práce je porozumění a návrh kalibrů pro kalibraci optiky. Kapitola 1 se věnuje metodě předzpracování obrazu a popisuje všechny její kroky. V další kapitole je rozepsáno užití a druhy kalibrů. Podkapitola 3.1 se zaměřuje na ostrost, jednou z hlavních vlastností u optiky, která ovlivňuje další druhy měření. Při každém pořízení snímku dochází k určité degradaci obrazu. Jednou z nejčastějších degradací je přímé světlo, které oslňuje objektiv (snížení kontrastu). Pomocí generátoru kalibrů je zde navrženo několik druhů frekvenčních kalibrů.

Podkapitola 3.2 se věnuje měření MTF pomocí nakloněné hrany. Dále je rozebráno jak pomocí Faucaultových měrek lze měřit rozlišovací schopnost.

Cílem této bakalářské práce bylo porozumění kalibrům jako takovým a jak s nimi pracovat. Nejjednodušší by bylo navržení multifunkčního kalibru pro všechny druhy optiky, Takový kalibr bohužel vyrobit nejde.

6 LITERATURA

- [1] Hlaváč V., Š. M. (1992). *Počítačové vidění*. Praha , ISBN 80-85424-67-3.
- [2] Picta, D. test.charts [online] Praha: [cit.2012-05-10], Dostupné na URL: <<http://www.danes.picta.com>>
- [3] qpcard [online]. Helsingborg: c2011, [cit. 2012-03-15]Dostupné na URL: <http://www.qpcard.com/en_b2c/qpcalibration-instructions>
- [4] Kraus K: Photogrammetrie 1 und 2, Ummeler / Bonn, 1996
- [5] Žára J., Beneš B., Sochor J., Felkel P.: Moderní počítačová grafika, Computer Press, 1998, ISBN 80-251-0454-0
- [6] Hlaváč V., Šonka M.: Počítačové vidění, Grada, Praha 1992, ISBN 80-85424-67-3
- [7] Faugeras O.: Three-Dimensional Computer Vision, The MIT Press 1993

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

<i>SFR</i>	Odezva prostorové frekvence
<i>RP</i>	Rozlišovací schopnost